

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ФЛЮСОВ
ДЛЯ ИЗНОСОСТОЙКОЙ НАПЛАВКИ ВЫСОКОЙ ТВЕРДОСТИ,
НЕ ТРЕБУЮЩЕЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

Ю. А. ЕВТЮШКИН

(Представлена научным семинаром кафедры оборудования и технологии
сварочного производства)

Свойства наплавленного металла в основном определяются его химическим составом и термической обработкой. Химический состав наплавленного металла изменяется в необходимых пределах за счет введения различных легирующих элементов. Из них наиболее дешевыми и доступными являются углерод, марганец, кремний, хром, титан. Они позволяют получать определенный комплекс механических свойств и износостойчивость металла при истирании.

Для получения необходимого химического состава наплавленного металла используют легирование через присадочную проволоку, флюс, основной металл.

Выбор химического состава наплавленного металла можно произвести, используя структурные диаграммы (рис. 1). Затем с помощью коэффициентов усвоения рассчитываются химический состав электродной проволоки и флюса. В данном случае мы используем керамический флюс, так как он обладает большей легирующей способностью по сравнению с плавленным.

Коэффициент усвоения легирующего элемента может быть представлен в виде следующего выражения:

$$X_{\text{усв.эл.}} = \frac{[\text{Э}]_{\text{ш}}}{\alpha [\text{Э}]_{\text{о.м.}} + (1 - \alpha - \gamma) [\text{Э}]_{\text{э.п.}} + \gamma [\text{Э}]_{\text{д}}},$$

где

$X_{\text{усв. эл.}}$ — суммарный коэффициент усвоения элемента;

$[\text{Э}]_{\text{ш}}$ — количество элемента в металле наплавки;

$[\text{Э}]_{\text{о.м.}}, [\text{Э}]_{\text{э.п.}}, [\text{Э}]_{\text{д}}$ — количество этого элемента соответственно в основном металле, электродной проволоке и металлической добавке в керамический флюс;

$\alpha, (1 - \alpha), \gamma$ — доли участия в образовании металла сварного шва соответственно основного металла, электродной проволоки и металлической добавки во флюсе.

Суммарно доленое участие всех составляющих металла шва равно единице. При этом доля основного металла в первом слое наплавки (α), в зависимости от режима наплавки составляет $0,2 \div 0,3$.

По опытам К. В. Любавского [1] доля участия металлической добавки флюса в составе шва (γ) определяется количеством ее во флюсе. Зависимость величины (γ) от общего содержания металлической добавки

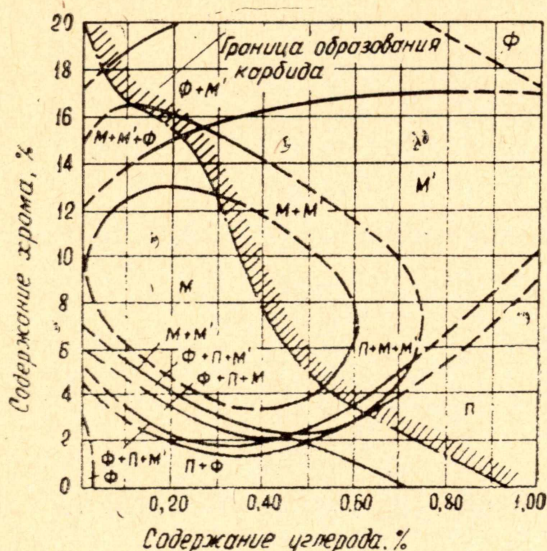


Рис. 1. Структурная диаграмма

ки во флюсе видна из графика (рис. 2). Из графика видно, что эта зависимость может быть выражена формулой

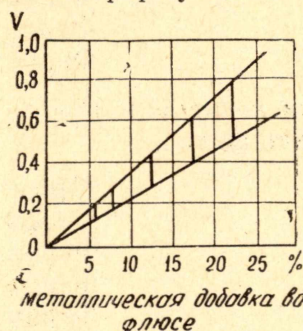


Рис. 2. График зависимости величины γ от общего содержания металлической добавки во флюсе

$$\gamma = K(\% \cdot Me) \simeq 0,3(\% Me),$$

где

Me — содержание металлической добавки во флюсе.

Пример расчета керамических флюсов.

По требованию, предъявляемому к наплавленному металлу условиями эксплуатации, необходима его твердость $45 \div 50$ HRC. Твердость эту обеспечивает феррито-карбидная смесь в виде троостита. Данную структуру, согласно диаграмме, можно получить в стали с содержанием углерода 0,2% и хрома 4%.

Для обеспечения химического состава наплавленного металла рассчитываем химический состав керамического флюса. Коэффициент перехода хрома из керамического флюса на фтористо-кальциевой основе равен 0,85, для углерода 0,46 [2]. Так как легирование производим флюсом, то расчетная формула принимает вид:

$$X_{\text{усв. эл.}} = \frac{[\text{Э}]_{\text{ш}}}{\gamma \cdot [\text{Э}]_{\text{ф}}}.$$

Определяем значение коэффициента по графику (рис. 2) для 25% металлической добавки во флюсе

$$\gamma = 0,7.$$

Находим необходимое содержание хрома в металлической добавке.

$$[\text{Э}]_{\text{ф}} = \frac{[\text{Э}]_{\text{ш}}}{\gamma \cdot X_{\text{усв. эл.}}},$$

тогда

$$[\text{Э}]_{\text{ф. Cr}} \frac{4\%}{0,7 \cdot 0,85} = 6,6\%.$$

Необходимое содержание феррохрома во флюсе, если в нем содержится 56% хрома, равно 12%.

Для определения химического состава флюса был изготовлен ряд керамических флюсов. Наиболее подходящим оказался флюс следующего состава:

Мрамор	— 42%;
Плавиковый шпат	— 18%;
Ферромарганец	— 4%;
Ферросилиций	— 8%;
Ферротитан	— 11%;
Феррохром	— 15%.

При легировании металла наплавки проволокой Св-10Х5М был использован флюс:

Мрамор	— 53%;
Плавиковый шпат	— 17%;
Ферромарганец	— 6%;
Ферросилиций	— 9%;
Ферротитан	— 13%;
Графит	— 2%.

Результаты экспериментов следующие. По флюсам № 1 и № 2.

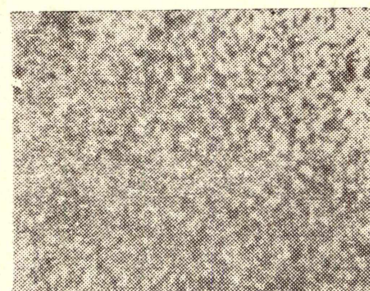
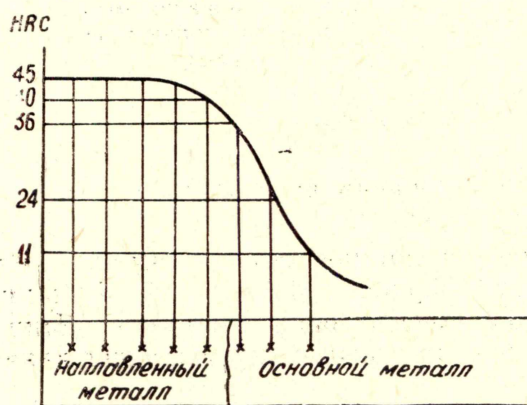


Рис. 5. Микроструктура наплавленного металла под флюсом № 1

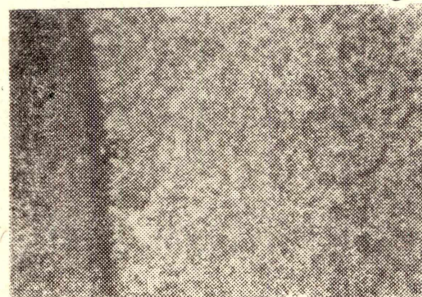
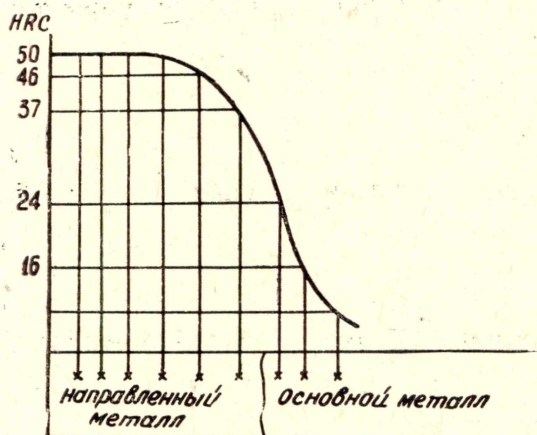


Рис. 3, 4. Кривые изменения твердости наплавленного и основного металлов

Рис. 6. Микроструктура наплавленного металла под флюсом № 2

Изменение твердости показано на рис. 3, 4. Микроструктура наплавленного металла под данными флюсами показана соответственно на рис. 5, 6 и представляет собой смесь, состоящую из перлита с сорбитом, перлита с трооститом и бейнита.

Выводы

1. Приведенный метод расчета флюсов позволяет получить достаточно точно химический состав наплавленного металла.
2. Флюс № 1 дает возможность производить износостойкую наплавку простой сварочной проволокой в случае отсутствия легированной электродной проволоки.
3. Флюс № 2 является защитным, поэтому износостойкую наплавку можно производить только легированной электродной проволокой.
4. Окончательные выводы могут быть получены после производственных испытаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. К. В. Любавский. Металлургия сварки сталей наплавлением. 1961.
 2. Г. Л., Петров, А. С. Тумарев. Теория сварочных процессов. М., 1967.
-